

I-441

舗装材の温度変化が減衰に与える影響

(株)横河橋梁製作所 正員 ○横尾 正幸

(株)横河橋梁製作所 正員 清田 鍊次

1. はじめに

実橋の振動実験において観測された減衰率の温度依存性¹⁾を検証するため、筆者らは吊橋模型を製作し実験²⁾を行なった。その結果、実橋による現象を再現しアスファルト舗装により吊橋のねじれモードの減衰率に温度依存性が現れることがわかった。しかし、粘弾性体としてのアスファルト舗装の性状と観測された現象との関係や振動モードの違いにより減衰性状がなぜ変わるのか、といった減衰のメカニズムに対する問題が検討課題として残された。本文では、補剛桁やケーブルの影響を取除きアスファルトの影響を直接的に見られる桁模型の実験を行なった結果を報告する。

2. 実験結果

図-1に使用した桁模型を示す。模型の断面およびアスファルト舗装は吊橋模型の補剛桁と同じ断面とし、片持梁として振動性状を検討した。図-2~3に曲げおよびねじれモードの減衰率-温度、固有振動数-温度の関係を示す。アスファルト幅130mmの場合温度が20℃上がると、減衰率は曲げモードで0.035から0.015、ねじれモードで0.60から0.20程度へと下がっており、曲げモードに比べねじれモードで著しい温度依存性が見られる。また、振動数も温度が上がると低下している。桁模型を使った実験結果は、吊橋模型の結果と同様な傾向を示しているが、吊橋模型に比べ減衰率、振動数ともに温度依存性がより顕著に現れている。

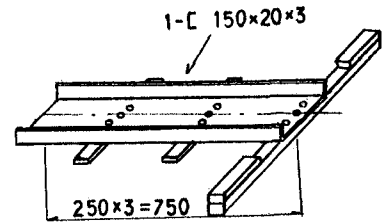


図-1 試験体

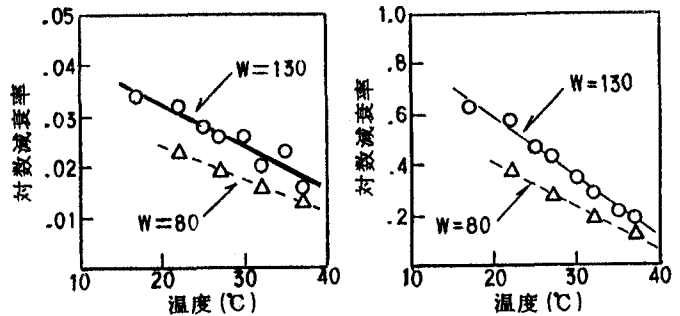


図-2 対数減衰率とアスファルト温度の関係
(1) 曲げ1次 (2) ねじれ1次

3. 考察

(1) 温度依存性

曲げおよびねじれモード共にアスファルトを載せると減衰が増加し、温度が上昇すると減衰は小さくなっているが、文献³⁾等によればアスファルトのような粘弾性体の減衰(損失係数)は温度とともに上昇する傾向が示されている。

ブライヒ⁴⁾によれば、構造物の比減衰容量 Ψ を1サイクルに失われるエネルギー ΔW と、そのサイクルの最大エネルギー W の比として定義し、一般の

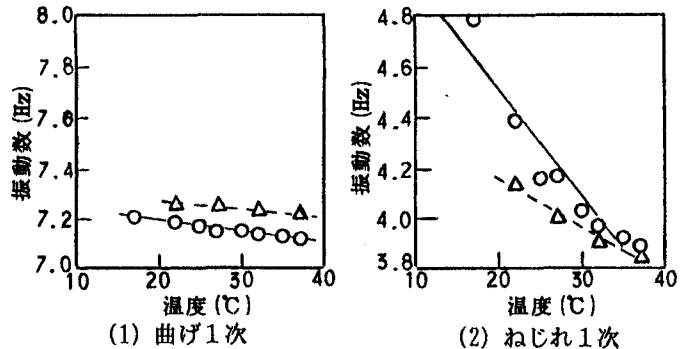


図-3 固有振動数とアスファルト温度の関係
(1) 曲げ1次 (2) ねじれ1次

構造物の比減衰容量を次式のように定義している。

$$\Psi = \frac{\Delta W_1 + \Delta W_2 + \dots}{W} = \frac{\Delta W_1}{W_1} \frac{W_1}{W} + \frac{\Delta W_2}{W_2} \frac{W_2}{W} + \dots \quad (1)$$

ここで、 ΔW_1 、 ΔW_2 、 W_1 、 W_2 は各々の構造要素に対する損失および最大エネルギーである。この式を書換えると次式ようになる。

$$\Psi_1 = \frac{\Delta W_1}{W_1}, \quad T_1 = \frac{W_1}{W} \quad (2)$$

$$\Psi = T_1 \Psi_1 + T_2 \Psi_2 + \dots \quad (3)$$

この式は、構造物の比減衰容量とは、各々の構造要素の比減衰容量に相対的なエネルギー蓄積容量を重みとしてかけあわせたものの集積であるということを表わしている。

ここで、実験結果にもどって考えてみると、ねじれモードの振動数が減衰に比例して大きくなっている。桁の振動数は桁の剛性の平方根に比例するため、桁模型の振動数を使ってアスファルト合成断面の主桁断面に対する曲げおよびねじれ剛性の比率を計算し、図-4にアスファルト温度と剛性比の関係として示す。ねじれ剛性は、アスファルト温度が下がるにつれて大きく増加するが、曲げ剛性は温度が下がっても僅かな変化しかみられない。主桁断面の剛性は温度によらず一定のため、温度低下によるねじれ剛性の増加はアスファルトの剛性が増加したためであると考えられる。したがって、アスファルト自身の減衰の温度依存性に比べ弾性係数の依存性の方が相対的に大きいため、全体系の減衰にしめるアスファルト舗装の減衰の割合は温度が上がると減少し、実験で示されたような減衰率の温度依存性が表われたと考えられる。

(2) 振動モードによる違い

一方、剛性比と対数減衰率の関係を図-5に示すが、曲げの剛性比とねじれの剛性比がかさなる範囲は少ないが、同じ剛性比に対して明らかにねじれモードにおける減衰率の方が大きい。このことは、アスファルトにおいては曲げモードとねじれモードの減衰率が大きく違っていることを示しているものと考えられる。また、今回使用した桁とアスファルト舗装の断面構成も振動モードの違いによる減衰の表われ方に寄与していると考えられる。

4. まとめ

アスファルト舗装は曲げモードに比べねじれモードに大きな内部減衰をもち、温度により弾性係数が大きく変化するため、桁の断面構成によつては桁のねじれ剛性と減衰に大きな影響を与える。

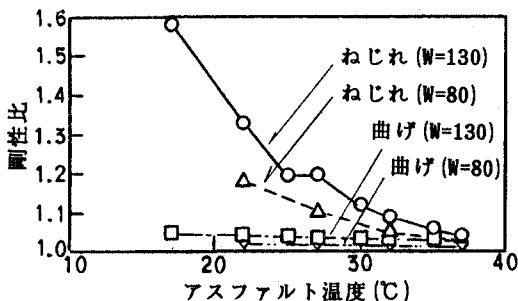


図-4 アスファルト温度と剛性比の関係

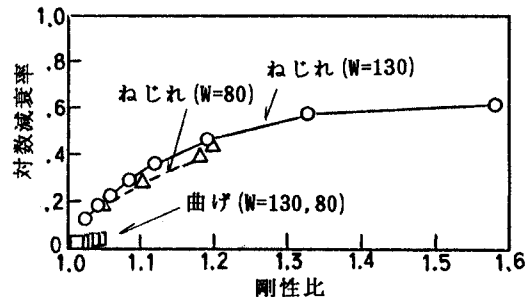


図-5 対数減衰率と剛性比の関係

1) 福井他：補剛箱桁を有する吊橋の振動実験. 構造工学論文集. Vol135A. 1989. 3, 2) 横尾他：吊橋の減衰要因に関する考察. 第45回年講. 1990. 9, 3) 例えば 笠原他：アスファルト混合物の動的応答に関する研究. 土木学会論文集. 第215号, 4) アメリカ合衆国商務省道路局編：吊橋の振動解析. 森北出版株式会社